



TITLE:

非線型スピン緩和過程の統計力学
理論((II)surfluid general,液体
 ^3He の新しい側面,研究会報告)

AUTHOR(S):

宇佐川, 利幸

CITATION:

宇佐川, 利幸. 非線型スピン緩和過程の統計力学理論((II)surfluid general,液体 ^3He の新しい側面,研究会報告). 物性研究 1981, 37(2): 148-149

ISSUE DATE:

1981-11-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/90376>

RIGHT:

以上は、特にヘリウムのような量子液体の表面とは一体何であるか、という重要な問題を意味する。我々は、上記の ^3He での結果が精度の点では非常に不満足であることも考え、核断熱消磁温度を含むひろい温度域で液体 ^3He などの表面張力を測定する予定である。

$^3\text{He} - ^4\text{He}$ 混合液上の ^3He 薄膜の超流動転移

京大・理 大 見 哲 巨

$^3\text{He} - ^4\text{He}$ 混合液上の pure ^3He 薄膜において、その超流動状態への転移温度が膜厚 D によってどのように変化するかを調べた。計算は以下のような簡単化したモデルを用いて行った。モデル、i) ^3He 原子は pairing の相互作用をのぞいて自由粒子とし、井戸型ポテンシャルの中を運動するとする。ただし、井戸の深さは pure ^3He と混合液中の ^3He の密度の違いを与えるようにきめる。ii) pairing の相互作用は pure ^3He 中の原子だけに働く。iii) 自由表面での ^3He 原子の散乱は specular とする。結果は D が bulk ^3He の coherence length の order になった所で T_c に変化が現われるが D が相当に薄くなるまで大きくは変化しない。またこのようにして求めた T_c は ii) の仮定を拡張し混合液中の ^3He 原子間に pairing の相互作用が働くとしてもほとんど変化しない。

非線型スピン緩和過程の統計力学理論

東大・教養 宇佐川 利 幸

超流動 ^3He (A相, B相) の緩和過程を記述するスピン力学は、現象論である Leggett-Takagi の方程式で、実験をかなりよく再現できることが、理科大グループの数値計算¹⁾からのアプローチでわかってきた。しかし、LT理論はあくまで、現象論であり、特にその緩和項は物理的直観により付け加えたものである。

ここでの議論の目的は、緩和過程を記述できるスピン力学を微視的立場から、建設することである。問題点は2つあると思う。第1は、磁場中の超流動 ^3He を記述する力学変数をどうするかという問題。第2は、実験でみられる非線型非平衡系を記述する統計力学の枠組をどうす

るかという問題である。第1の問題は、岩本文明、長谷川泰正両氏との共同研究である5次元スピンの方法²⁾を導入することで解決した。即ち、静磁場を超流動³He かけると5次元スピンは分極する。磁場が時間的に変動すれば、5次元スピンは一般に非線型な運動をする。第2は、5次元スピンの運動の統計力学からの定式化である。

超流動³He の場合のように、スピン緩和過程が、微視的にはっきりしない段階で、緩和過程を記述するスピニ力学を建設するには、緩和プロセスを厳密に記述しうる統計力学の枠組があると各種の近似の段階での緩和プロセスの“見落とし”がなくすみ、非常に有用である。この問題は、Kawasaki-Guntonの方法を量子論的に拡張し、その緩和項を整理簡素化することで解決した³⁾。得られた公式は、森公式を、非線型非平衡領域へ自然に拡張した形式であり、他の非線型現象にも応用できる全くの一般論である。現段階でわかっていることは次の通りである。超流動³He の緩和を伴うスピニ力学は、全スピン \mathbf{S} 、秩序パラメータ \mathbf{d} 、磁場による秩序パラメータの分極 Γ_5 、の3つのベクトルの運動で支配される。 \mathbf{S} の緩和は次の如くである。 Γ_5 が双極子相互作用と準粒子の collision 相互作用で緩和し、そのため \mathbf{d} が Γ_5 を通して間接的に緩和する。同様に \mathbf{d} はそれ自身で準粒子との collision により平衡値へ緩和する機構をもつ。結局 \mathbf{d} が直接、間接に平衡値に緩和するために、dipole トルクを通じて \mathbf{S} が緩和する。この描像は、LT理論で、 S_p 、 S_q を導入してみたものの、実験を再現するには、 \mathbf{S} と \mathbf{d} の運動だけに焼き直したもので充分であり、 \mathbf{d} の運動方程式は、直接緩和する形になっていることと対応しているものと思われる。現段階は、スピニ力学建設の前半部が修了した段階であり、 Γ_5 の果す役割、LTとの比較などが残されている。ここでの議論は、1981年3月東京大学に提出した学位論文をもとにしたものである。

参 考 文 献

- 1) T. KATAYAMA, K. OOIWA, C. ISHII. Phys. Lett. **76A** (80) 300.
- 2) Y. HASEGAWA, T. USAGAWA, F. IWAMOTO. Prog. Theor. Phys. **62** (79) 1458.
- 3) T. USAGAWA. Phys. Lett. **83A** (81) 199.